

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 798 512**

②1 N° d'enregistrement national : **99 11468**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : H 01 L 21/32, H 01 L 23/528

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 14.09.99.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.03.01 Bulletin 01/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-  
que et industriel — FR et STMICROELECTRONICS SA  
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : MORAND YVES, GOBIL YVELINE,  
DEMOLLIENS OLIVIER et ASSOUS MYRIAM.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤4 PROCÉDE DE REALISATION D'UNE CONNEXION EN CUIVRE AU TRAVERS D'UNE COUCHE DE MATERIAU  
DIELECTRIQUE D'UN CIRCUIT INTEGRE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de réalisation d'une  
connexion en cuivre avec un élément de connexion en cui-  
vre d'un circuit intégré comportant une structure damascè-  
ne, l'élément de connexion étant recouvert successivement  
d'une couche d'encapsulation et d'au moins une couche de  
matériau diélectrique à très faible constante diélectrique. Le  
procédé comprend les étapes suivantes :

- gravure de ladite couche de matériau diélectrique jus-  
qu'à atteindre la couche d'encapsulation, pour obtenir un  
trou de connexion, en vis-à-vis de l'élément de connexion,
- réalisation d'une couche de protection sur la paroi du  
trou de connexion, la couche de protection permettant d'évi-  
ter la contamination de la couche de matériau diélectrique  
par diffusion du cuivre,
- gravure de la couche d'encapsulation, au fond du trou  
de connexion, conduite de manière à révéler l'élément de  
connexion,
- remplissage du trou de connexion par du cuivre.

**FR 2 798 512 - A1**



en cuivre dans le cas d'une structure simple damascène, selon l'art connu.

La figure 1 montre une couche de matériau diélectrique 1 recouvrant un substrat semiconducteur non représenté, cette couche comportant un élément de connexion 2 en cuivre affleurant à la surface de la couche de matériau diélectrique 1. Une couche d'encapsulation 3 est déposée sur la surface de la couche 1. Une couche de matériau diélectrique 4 est déposée sur la couche d'encapsulation 3. Une couche 5 de masque dur est déposée sur la couche 4 pour définir l'emplacement du trou traversant 6 obtenu par gravure. La couche d'encapsulation 3 peut être en SiN. Elle sert de couche de protection pour la couche de matériau diélectrique 4 en évitant la contamination de ce matériau diélectrique par le cuivre de l'élément de connexion 2. Elle sert aussi de couche d'arrêt à la gravure de la couche 4.

Comme le montre la figure 2, la couche d'encapsulation 3 est ensuite gravée dans le fond du trou 6, par exemple par un procédé de photolithographie, pour révéler l'élément de connexion en cuivre 2 à contacter.

Les étapes suivantes consisteront à pulvériser une couche de cuivre sur la couche de masque dur 5 en comblant le trou 6 pour prendre contact avec l'élément de connexion 2. Un polissage mécano-chimique du cuivre jusqu'à atteindre le niveau du masque dur permet d'éliminer le cuivre en excès et d'obtenir la traversée en cuivre.

A la fin de la gravure de la couche d'encapsulation 3, deux effets néfastes peuvent survenir. Le premier effet néfaste de cette gravure consiste en la pulvérisation de cuivre sur la paroi du trou 6 à partir de la surface révélée de l'élément de

d'un diélectrique en polymère ou d'un diélectrique poreux, il peut se produire des désaxements des traversées du fait que le polymère est un matériau relativement mou ou, dans le cas d'un diélectrique poreux, lors du polissage mécano-chimique du cuivre.

### Exposé de l'invention

L'invention apporte une solution aux problèmes énumérés ci-dessus.

Elle a pour objet un procédé de réalisation d'une connexion en cuivre avec un élément de connexion en cuivre d'un circuit intégré comportant une structure damascène, l'élément de connexion étant recouvert successivement d'une couche d'encapsulation et d'au moins une couche de matériau diélectrique à très faible constante diélectrique (matériau dit "low-k"), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- gravure de ladite couche de matériau diélectrique jusqu'à atteindre la couche d'encapsulation, pour obtenir un trou de connexion en vis-à-vis de l'élément de connexion,

- réalisation d'une couche de protection sur la paroi du trou de connexion, la couche de protection permettant d'éviter la contamination de la couche de matériau diélectrique par diffusion du cuivre,

- gravure de la couche d'encapsulation, au fond du trou de connexion, conduite de manière à révéler l'élément de connexion,

- remplissage du trou de connexion par du cuivre.

La couche de protection subsistant sur la paroi du trou empêche une contamination du matériau diélectrique. Elle permet un nettoyage sans risque du

d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

5 - les figures 1 et 2, déjà décrites, illustrent des étapes préparatoires à la réalisation d'une traversée en cuivre dans le cas d'une structure simple damascène selon l'art connu ;

10 - les figures 3 et 4 illustrent des étapes préparatoires à la réalisation d'une traversée en cuivre dans le cas d'une structure simple damascène selon l'invention ;

- les figures 5 à 7 illustrent des étapes préparatoires à la réalisation d'une traversée en cuivre dans le cas d'une structure double damascène selon l'invention.

15 **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention**

20 Les figures 3 et 4 illustrent les étapes préparatoires à la réalisation d'une traversée en cuivre dans le cas d'une structure simple damascène selon l'invention. Cette structure étant analogue à celle décrite à la figure 1, les mêmes références sont utilisées pour désigner les mêmes éléments. Cependant, 25 la couche de matériau diélectrique 4 est un matériau "low-k", par exemple un polymère à très faible constante diélectrique, c'est-à-dire de permittivité relative inférieure à 4,2, ou un matériau poreux.

30 Comme le montre la figure 3, une fois le trou 6 réalisé jusqu'à révéler la couche d'encapsulation 3, on dépose une mince couche de protection 7 qui épouse la surface libre de la structure damascène. La paroi du trou 6 et son fond sont ainsi recouverts de la couche de protection. Cette 35 couche de protection est par exemple en SiN.

La couche d'encapsulation 13 peut être en SiN, les couches 14 et 24 peuvent être en SiLK, les couches de masque dur 15 et 25 peuvent être en SiO<sub>2</sub> ou en nitrure de silicium.

5 De manière connue, les couches de matériau diélectrique 14 et 24 sont gravées au travers d'ouvertures réalisées dans leurs masques durs 15 et 25 pour obtenir des trous superposés 16 et 26.

10 Comme le montre la figure 6, une fois les trous 16 et 26 réalisés jusqu'à révéler la couche d'encapsulation 13, on dépose une mince couche de protection 17 qui épouse la surface libre de la structure double damascène. La couche de protection 17 peut être en SiN ou en TiN.

15 L'étape suivante consiste à réaliser une gravure anisotrope de la couche de protection 17. La gravure est prévue pour attaquer les parties représentées horizontalement sur la figure 6 et pour laisser intactes les parties représentées  
20 verticalement. Comme le montre la figure 7, il ne subsiste de la couche de protection 17 que les parties de cette couche recouvrant les parois des trous 16 et 26. La figure 7 montre aussi que la partie de la couche d'encapsulation 13 située au fond du trou 16 a été  
25 éliminée lors de la gravure révélant ainsi l'élément de connexion 12 en cuivre.

Les parties de la couche de protection 17 recouvrant les parois des trous 16 et 26 protègent efficacement le matériau diélectrique des couches 14 et  
30 24 lorsque la gravure révèle l'élément de connexion 12 et pendant le nettoyage des trous 16 et 26.

La couche 15 n'est pas obligatoire. Cependant, elle permet de mieux maîtriser la profondeur de la ligne et les dimensions du trou. Si la couche 15  
35 a des propriétés de barrière au cuivre, le fond du trou

## REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une connexion en cuivre avec un élément de connexion en cuivre (2;12) d'un circuit intégré comportant une structure damascène, l'élément de connexion étant recouvert successivement d'une couche d'encapsulation (3;13) et d'au moins une couche (4;14,24) de matériau diélectrique à très faible constante diélectrique (matériau dit "low-k"), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- gravure de ladite couche de matériau diélectrique (4;14,24) jusqu'à atteindre la couche d'encapsulation (3;13), pour obtenir un trou de connexion (6;16,26) en vis-à-vis de l'élément de connexion,

- réalisation d'une couche de protection sur la paroi du trou de connexion, la couche de protection permettant d'éviter la contamination de la couche de matériau diélectrique par diffusion du cuivre,

- gravure de la couche d'encapsulation (3;13), au fond du trou de connexion, conduite de manière à révéler l'élément de connexion (2;12),

- remplissage du trou de connexion (6;16,26) par du cuivre.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, après l'étape de gravure de la couche d'encapsulation (3;13) et avant l'étape de remplissage du trou de connexion (6;16,26), le procédé comprend une étape de nettoyage du trou de connexion.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche d'encapsulation (3;13) est une couche de SiN.

1/2

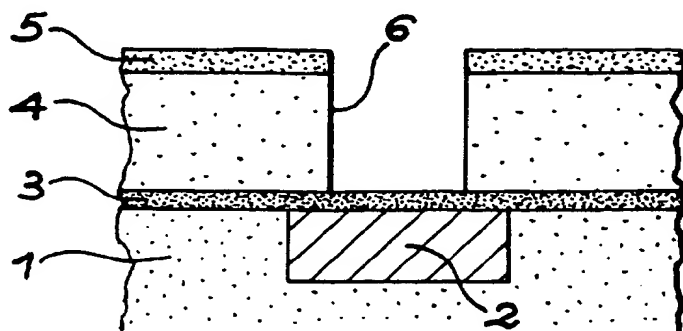


FIG. 1

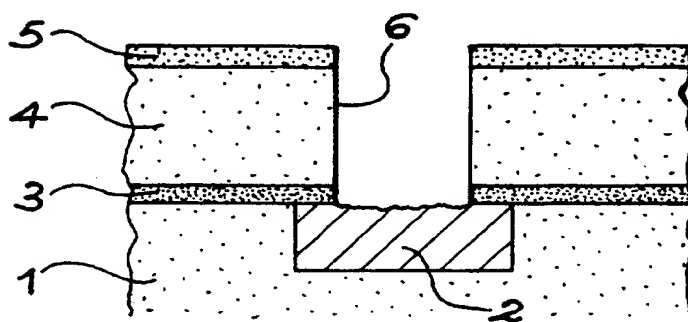


FIG. 2

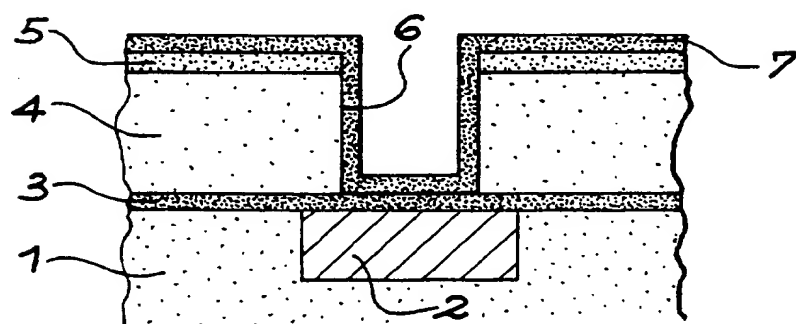


FIG. 3

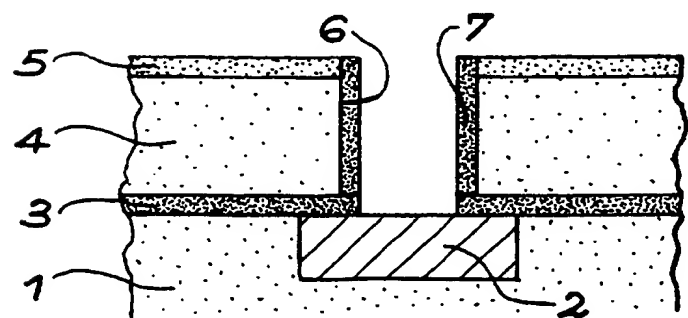


FIG. 4

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2798512

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 576821  
FR 9911468

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 798 778 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 1 octobre 1997 (1997-10-01) * colonne 12, ligne 52 - colonne 14, ligne 50 * * colonne 15, ligne 36 - ligne 57; figures 1-5,9,10 *	1,3,5-8
A	EP 0 913 863 A (NIPPON ELECTRIC CO) 6 mai 1999 (1999-05-06) * colonne 5, ligne 7 - colonne 6, ligne 6; figures 4A-C *	1,3,5-8
A	"LITHOGRAPHIC PATTERNS WITH A BARRIER LINER" IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN,US,IBM CORP. NEW YORK, vol. 32, no. 10B, 1 mars 1990 (1990-03-01), pages 114-115, XP002035812 ISSN: 0018-8689 * le document en entier *	1,4-6,8
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7)
		H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 mai 2000		Micke, K
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou antérie-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1  
EPO FORM 1508 03.02 (P4/C13)